

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo University of Marine Science and Technology (東京海洋大学)

地域の自然を題材とした環境学習教材の開発 : 富士川下流部における魚類生態調査

著者	影山 光, 佐々木 剛
雑誌名	水圏環境教育研究誌
巻	1
号	1
ページ	1-17
発行年	2008-03-15
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00000320/

「地域の自然を題材とした環境学習教材の開発」 - 富士川下流部における魚類生態調査 -

影山 光（東京海洋大学）

佐々木 剛（東京海洋大学）

要約

現在、永続可能な参加型社会を目指す開発教育が注目されはじめている。今回、富士川を挟んだ静岡県富士市と富士川町の合併に先立つ、地域社会の向上を目指す教材の作成を試みた。教材の方向性として教材の留意点は学習意欲を引き出し、探究的過程を重視し、地域社会の向上を目指すものとし、魚類生態教材としての目標を、生活史と環境との関わりの理解とした。その際に、学習に臨むのに重要な能力である探究力について分析をした。今回の調査の目的は生態教材に適した魚種の選定である。その際の条件をまとめた。採集用具には投網（目合 10 mm）、タモ網を使用した。河口より 10km 地点である静岡県富士川下流域を調査地点とし、調査期間は 2007 年 3 月より同年 11 月のうち毎月 4 日間程であった。採捕した魚類は冷凍し解凍後同定し 10%ホルマリン溶液で固定した。採捕した魚類は 5 目 5 科 18 種であり、個体数は 451 個体であった。そのうち特に個体数が多い種を候補にあげ、個体群の特徴を探索するため標準体長ヒストグラムを作成したところ、アユ・ウグイ・オイカワ・カマツカの 4 種について個体群の特徴を確認することができた。

アユについては、月ごとの正規分布の中央値の増加を確認することができた。また、月ごとの体長変化のグラフより、近似式を出したところ高い相関を示した。ウグイについては、異なる年齢の個体群を確認することができたが、詳細な分析にはいきつけなかった。オイカワについては、アユの出現を要因とした個体群の変動が考えられた。アユ・カマツカの 2 種においては調査地点の水温変化と降水量変化による環境要因に対する個体群の変動を確認することができた。その結果、アユは 5-6 月の水温の上昇により遡上を開始され、10-11 月の水温の低下により個体群が環境に適用しなくなり、いなくなったことが考えられ、カマツカは、7 月の降水量の増加による増水のため、散らばっていた個体群が調査地である川岸に集合したことが考えられた。今回の調査の結果、個体群の特徴を確認できたのはアユ・ウグイ・オイカワ・カマツカの 4 種であった。よって教材に適する魚種をこの 4 種にすることとした。今後の課題を、標本数確保のため採捕手段の改案、選定された魚種を絞り込み年齢解析、産卵期の特定等の個体群の特徴をより詳しく探るため継続的な調査が不可欠であるとした。

I. 緒言

I-1. 背景

平成 19 年 4 月 27 日に公布された海洋と人類の共生に貢献することを目的とした海洋基本法第 28 条には、「国は、国民が海洋についての理解と関心を深めることができるよう、学校教育及び社会教育における海洋に関する教育の推進、海洋法に関する国際連合条約その他の国際約束並びに海洋の持続可能な開発及び利用を実現するための国際的な取組に関する普及啓発、海洋に関するレクリエーションの普及等のために必要な措置を講ずるものとする。」とある(衆議院, 2007)。

この海洋に関する教育の推進を推進し、海洋(河川を含む)の持続可能な開発及び利用の見解をより分かりやすく伝えるために有効な教育として、持続可能な参加型社会を目指す開発教育が必要とされる(開発教育協議会, 1998)。開発教育は、これまでの日本の教育である知識偏重型教育、教える側の一方的・強制的教育とは異なり、その教育プログラムに参加したものをすべて均等な役割を担うものとし、全員で理解を深める参加型であるという特徴がある。今回、この参加型教育である開発教育を土台とした、地域の自然を題材とした環境学習教材の作成を試みた。静岡県東部を流れる富士川は、源流を山梨県南アルプスから発し、駿河湾に流出する流程 128km の第一級河川である。このうち静岡県を流れるのは 30km ほどの下流部のみである。静岡県富士市と同県富士川町は、この富士川下流部を挟む東西に位置しており、今年度 11 月末より、この二つの町が合併される予定となっている。この合併に先立ちすでに双方の小学校において、富士川の歴史を題材とした参加型学習プログラムが行われているが、地域の自然を扱ったものは行われていない。今回の教材は、地域社会の向上を目指した、富士川下流部に生息する魚類の生態を題材とした探究的に学習できるものを目指しており、本研究における調査はこの教材作成のための魚類生態調査である。

I-2. 先行研究

魚類を題材とした環境学習教材について、佐藤ら(2006)は希少淡水魚であるキリクチの保全研究を活かし科学的思考の構築を目的とした環境教育を実施している。また、伊藤ら(2005)は、静岡県の海岸に打ち揚げられたミズウオの胃の内容物を扱い、実際に児童に解剖させることにより、海中のごみ問題をテーマとした体験的な環境教育の実施を報告している。また、一種を対象と限らずに、棟方ら(2005)は、青葉山の広瀬川水系の魚類相を扱い、管(2002)は魚類の生息する河川の環境調査を行う実践的環境教育を報告している。本研究の魚類の生態を扱った環境学習教材については、木村ら(1999)により、すでに生態学的視点をふまえた環境教育についてはその有効性や必要性は証明されており、佐々木(1997)は、岩手県閉井川産ワカサギの産卵形態の調査を報告しており、実際に生活史を題材とした教材を作成している。

I-3. 今回の調査の目的

生態教材に適した魚種について、渥美（1990）は、①比較的狭い調査地域内に単一の個体群として存在すること②調査地域内の棲息空間の中でライフサイクルが完結していること③個体群は調査地域内で繁殖し自立的に個体群を維持していること④毎年安定した個体数の個体群を維持していることと述べている。以上の条件を満たした魚種を、調査地域を富士川下流域として選定することを今回の調査の目的とした。

II. 方法

調査地点は、富士川の河口よりおよそ 10km 地点である、富原橋周辺およそ 1 km の川岸とした (Fig. 1)。可児（1944）による河川形態区分に照らし合わせると下流域に関わらず瀬と淵を繰り返す蛇行の比較的多い Bb-Bc 型（中流・下流型）の形態であり、勾配が急で流れの速い静岡の河川である富士川の特徴を表している調査地点といえる。(Fig. 2, 3) 魚類の採捕には投網（目合 10mm）、タモ網を用いた。調査期間は 3 月～11 月とし、毎月 4, 5 日とした。調査は午前から始め、日暮れまで行った。調査人数は、9 月、11 月の調査を 3 名で行い、その他の月は 1 名で行った。採捕した魚類は、すぐに冷凍し、研究室に持ち帰り、解凍後、日本産魚類検索(中坊, 2000)を用い同定し、標準体長をノギスにより 1/10mm の精度で計測した後、10%ホルマリン溶液で固定した。

III. 結果

調査の結果、採捕された魚類は、5 目 5 科 18 種であり、総個体数は 451 となった。富士川の魚類相についての先行研究は、坂井（1982）、環境庁（1982）により行われており、7 目 10 科 37 種が報告されている (Table. 1, 2)。調査地点である下流域での採捕が考えられたが、そのうちニジマス、キンブナ、ドジョウ科の魚類は、今回の調査では確認できなかった。魚種別に分類したところ、オイカワ、ウグイが優占した (Fig. 4)。次に、調査結果を科別に分類したところ、コイ科が過半数を占めており、次いで、アユ科のアユが多かった (Fig. 5)。また、月別魚種出現率 (Fig. 6) により、ウグイ・オイカワが、毎月一定の個体群を維持していたこと、アユが 5 月に出現し、11 月に消失したこと、毎月一定の出現率であったカマツカが 7 月に多数出現した。

したがって今回の調査結果で、特に個体数が多い、個体群の変動を確認するのに容易であり、魚類の生態教材に適すると考えられる、ウグイ・オイカワ・アユ・カマツカの 4 種を候補に挙げ、個体群の特徴を把握するため、月別の標準体長ヒストグラムを作成した (Fig. 8-11)。

IV. 考察

IV-1. アユの個体群の特徴

富士川のアユについては、標準体長ヒストグラム (Fig. 8) の経月変化のグラフから、月ごとの中央値の増加を確認することができた。ただし、8 月は濁水と透明度が高い影響により採捕することができなかった。また、月ごとの体長変化のグラフ (Fig. 7) により近似式を出したところ、高い相関を示した ($r^2=0.733$ $y=2.682x^2+4.651x+10$)。

アユの遡上期は、南方では 3～5 月、北方では、5～7 月ごろと考えられている (川那部ほか 1989)。遡上時のアユは 7～8cm で、成熟期は、北方で 7 月上旬、南方では 9 月下旬と考えられており、産卵期は、北方では 8 月下旬～9 月、南方では 10 月下旬～12 月と考えられ、産卵は中流域と下流域の境目の部分で多く行われている (白石ほか 1962)。産卵を終えたアユの多くはそのまま死ぬが、ごく一部は翌年まで生き残るものもいることが知られている (川那部ほか 1957)。調査地点が本州の南方に位置する今回の富士川下流域での調査結果から、5 月のアユの出現により、アユの遡上期が 3～5 月と推定される。さらに本研究では、環境要因の変動に対する個体群の変動について、調査地点における表面水温変化 (Fig. 12) により、5 - 6 月の急激な水温上昇により、アユの個体群が環境に適応し、遡上を開始されたことが考えられ、10 - 11 月の急激な水温の低下により、産卵場として好適な環境に移動したためか、あるいは産卵後に降下した可能性が高い。しかし、本研究では、成熟個体は確認しておらず、今後成熟度についても調査するとともに、調査地点が産卵場として可能性があるかどうか明らかにする必要がある。

IV-2. ウグイの個体群の特徴

富士川のウグイについては、標準体長ヒストグラム (Fig. 9) より、3～5 月にかけて中央値に増加傾向が見られたが、6 月以降、多峰型となった。これは、ウグイはアユと違い、一年以上個体群を維持することを示している。今回はこの異なる年齢の個体群の詳細な分析には行き着けなかった。

ウグイは、淡水型と降海型が知られており、淡水型は河川の上流域から河口域、山間の湖沼などに広く分布している。淡水型は、2～4 年で成熟し、南方ほど成熟するのが早く、降海型は、孵化後 1 年から数年を河川で生活してから降海し、1 年から数年の海洋生活ののちに河川に遡上して産卵する (川那部ほか 1989)。産卵期は春から夏にかけてであるが、北方ほど遅いことが知られており、本州では桜の開花期と一致する。産卵場は河川の瀬で、孵化した仔魚は 20～30 日で 2～3cm の稚魚に成長し、1 年で 5～10cm の大きさになる (川那部ほか 1989)。本研究では、春に小型群が多数出現し、秋に大型群が出現しており、他の魚種より安定した個体群を維持していた。また、採捕されたのがほとんど稚魚ないし、未成年魚であり、調査地点を産卵場としている淡水型の個体群、もしくは孵化後、より適した生活環境を求め調査地点にとどまった淡水型の個体群、また、これから降海しようとする降海型の個体群である可能性が考えられた。

IV-3. オイカワの個体群の特徴

富士川のオイカワについては、標準体長ヒストグラム (Fig. 10) より、ウグイと同様に異なる年齢の個体群を確認することができ、10 - 11 月の小型群の正規分布の中央値の増加を確認することができた。また、5 - 10 月の中型群の正規分布の中央値に増加傾向が見られなかったこと、実際の調査により、オイカワが多数出現する傾向がある箇所から、次第にアユが出現してきたことにより、アユとオイカワの棲み分けが考えられた。棲み分け理論は、互いに棲息場や餌を同様とする生物種同士が、競争を避け、生活の場を共有することはせず、同位社会を構成することである。生育場が限られている河川の生態系を理解するうえでは重要な考えであることから、今後、更なる調査により生物種間の相互関係を加味した魚類の生態を分かりやすく伝えられる教材が作成できると考えられる。

オイカワは、産卵期は5～8月であり、岸よりの流れが緩い平瀬の砂礫底で産卵することが知られている（川那部ほか 1989）。稚魚期には流下し、河口付近まで下ることもあるが、上流部に下流形態を持つ河川では稚魚の流下がそこで止まることがある。未成魚になると遡上する傾向が強く、1年で全長約6～10cm、2年で8～12cm、3年で13cmほどに成長し、普通は2年で成熟するが、雄では3年かかるものもいると考えられている（川那部ほか 1989）。本研究では、成熟魚の出現が極めて少なく、未成魚がほとんどであった。産卵期を特定するまでは至れなかったが、4月、10月に稚魚である小型群を確認できたことから、2007年生まれの産卵期の異なる個体群が存在する可能性があり今後精査する必要がある。

IV-4. カマツカの個体群の特徴

富士川のカマツカについては、標準体長ヒストグラム (Fig. 11) より、ウグイ、オイカワと同様、異なる年齢の個体群を確認することができたが、それぞれの個体群の正規分布の中央値の動きを分析するには至れなかった。しかし、7月のヒストグラムのみ1つの大きな正規分布を示したことは、6-7月の急激な降水量の増加により河川が増水し (Fig. 12)、河川全域に分散していたカマツカの個体群が比較的流れの緩やかな調査地点である川岸に集合したことが考えられた。

カマツカは、川の中・下流域に生息し、砂底ないし砂礫底のところに多いと知られている。産卵期は5～6月であり、満1年で6～10cm、2年で約10cm、3年で約15cmに成長する。また、満2～3年で成熟すると考えられている（川那部ほか 1989）。本研究では、3, 5, 7, 10月に稚魚及び、未成魚である小型群が確認されたことから、産卵が5～6月にとどまらず秋にも行われている可能性がある。また、7月にはヒストグラムが稚魚から成魚までの標準体長が30mm～130mmの大きな正規分布を示していた。このことは、各成長段階のカマツカにとって聖域場や産卵場として好適な環境であると考えられ、今後環境条件に関しても検討していく必要がある。

V. まとめ

以上より、今回の調査の目的である魚類生態教材に適する魚種の選定の条件に適う魚種は、一定の個体群を維持しているアユ・ウグイ・オイカワ・カマツカの4種であると考えられた。

今後の課題として、ウグイ、オイカワ、カマツカのヒストグラムに見られた異なる年齢の個体群の解析と、それを実施するためより多くの標本数を確保できる採捕手段の改案が挙げられる。また、教材作成のために、本研究による魚類の個体群の把握を精査する必要がある、今回選定した魚種をさらに絞り込み、産卵期の特定や初期生活期の解明など、富士川での継続的調査が不可欠であると考えられる。

参考文献

- 渥美茂明（1990）「スジエビの教材化に関する研究」生物教育，30(4)：218-225
- 富士市富士川町合併協議会（2007）「富士市・富士川町合併協議会だより vol.8」
- 板井隆彦（1982）「静岡県の淡水魚類」第一法規出版、208
- 伊藤芳英，西源二郎，久保田 正(2005)「深海魚ミズウオ *Alepisaurus ferox* を利用した環境教育」東海大学博物館研究報告 (7)：1 - 13
- 開発教育協議会（1998）「開発教育ってなあに?：開発教育 Q&A 集」44
- 川那部浩哉,水野信彦編・監修（1989）「日本の淡水魚」山と溪谷社、719
- 川那部浩哉 他（1957）「遡上アユの生態Ⅱ．とくに生息密度と生活様式について」生理生態、7：145-167
- 棟方有宗，白鳥幸徳(2005)「青葉山の広瀬川水系における魚類相（特集：青葉山の生物相）」宮城教育大学環境教育研究紀要 8：153 - 161
- 沖野外輝夫(2002)「新・生態学への招待 河川の生態学」共立出版、132
- 佐々木剛（1997）「水産生物の生活史とその教材化に関する研究－閉伊川産ワカサギの産卵形態を中心に－」平成7・8年度上越教育大学大学院研修報告書，100
- 佐藤拓哉，更谷隆彦（2006）「環境教育における希少淡水魚キリクチの保全研究を活かした科学的思考の育成」環境教育16(1)：61 - 64
- 白石芳一 他（1962）「アユの産卵生態に関する研究」淡水区水産研究所研究報告、12（1）
- 衆議院調査局国土交通調査室（2007）「海洋基本法案参考資料」95

菅和利(2002)「魚の生息する河川環境調査を通した実践的環境教育」特別教育・研究報告集, 43 - 48

中坊徹次(2000)「日本産魚類検索 全種の同定 第二版」東海大学出版会, 1748

謝辞

本研究を行うにあたり, ご指導してくださった多くの方々に心から御礼申し上げます。東京海洋大学海洋科学部水圏環境教育学研究室のみなさまには, 研究へのアドバイスや, 調査に同行していただき, まことにありがとうございました。

最後に, 調査に同行し, 手伝っていただいた静岡県富士市の友人, 家族に対し深く御礼申し上げます。

この場をかりて, これまでの自分を支え, 応援してくれた人々に心から感謝の意を表します。

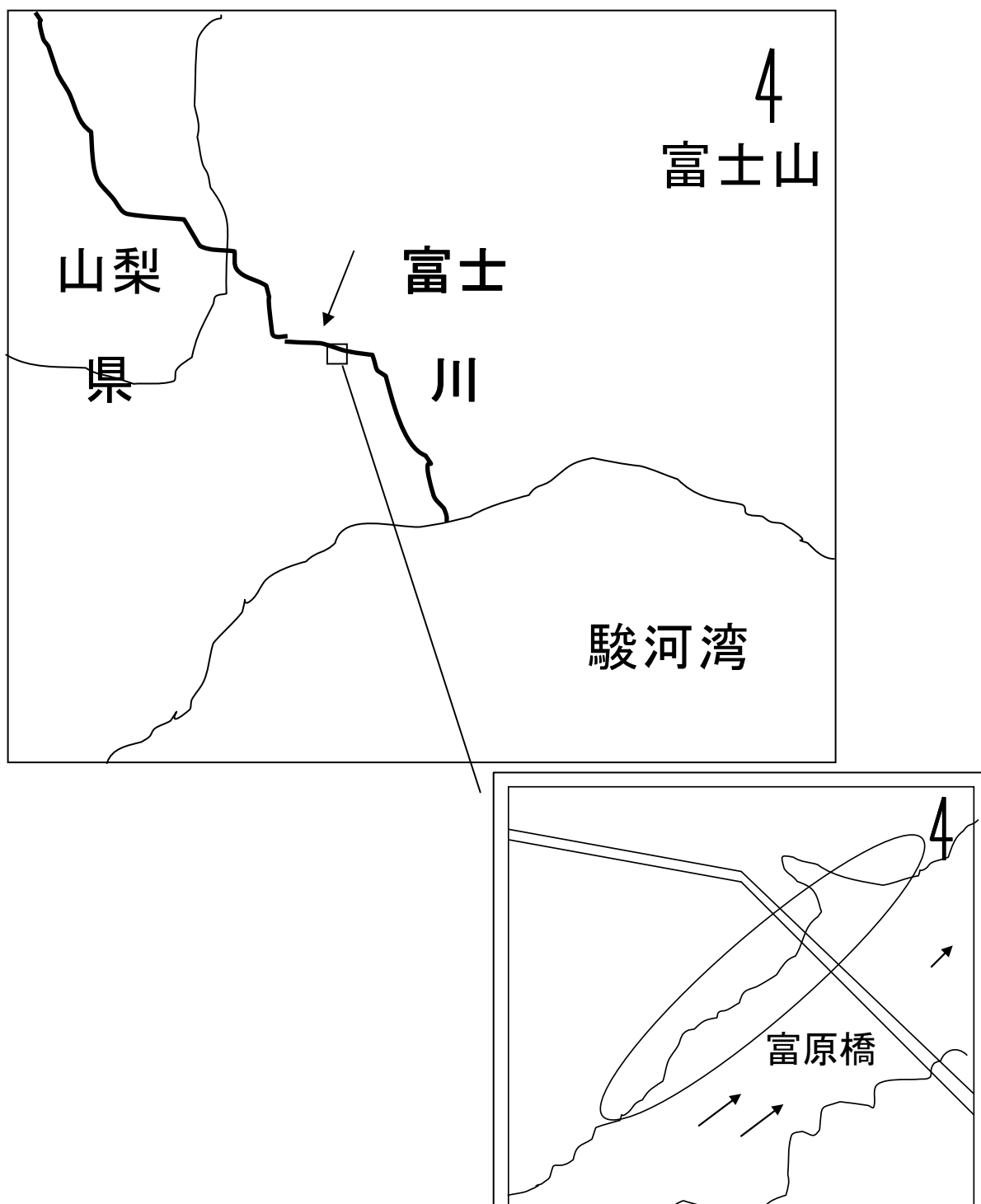


Fig.1 調査地点図

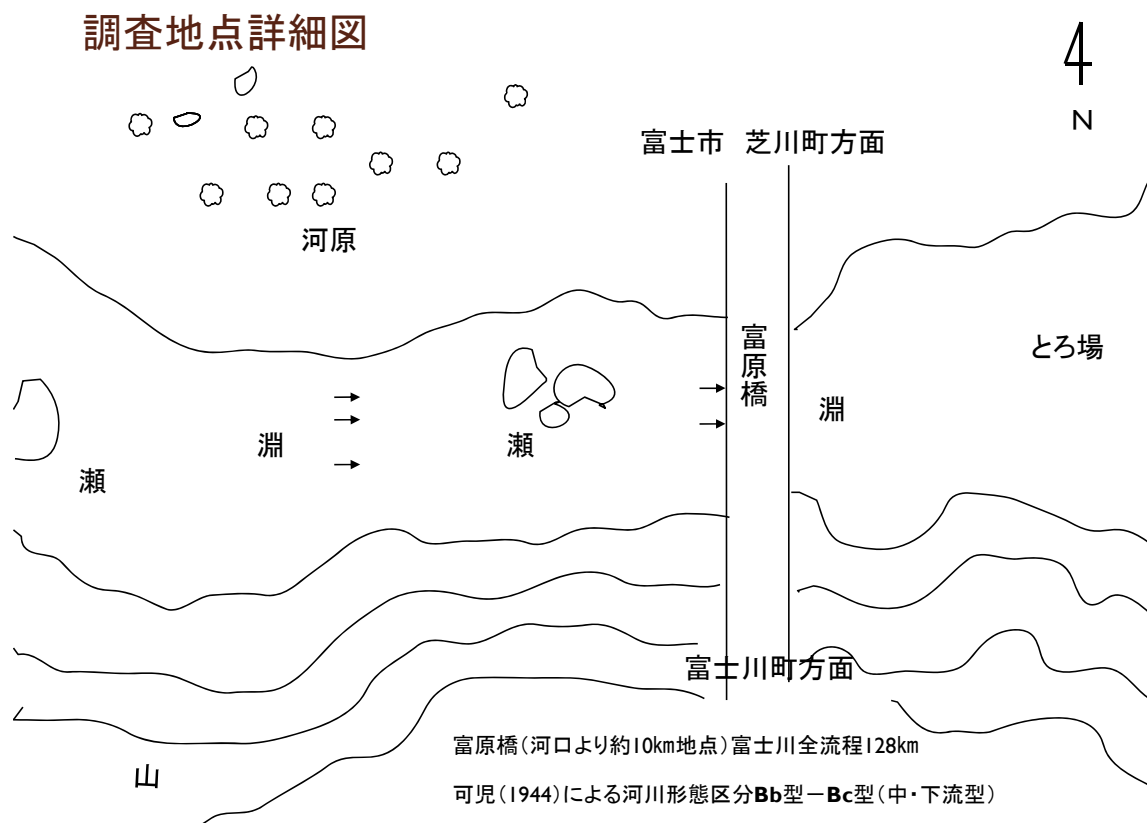


Fig.2 調査地点詳細図

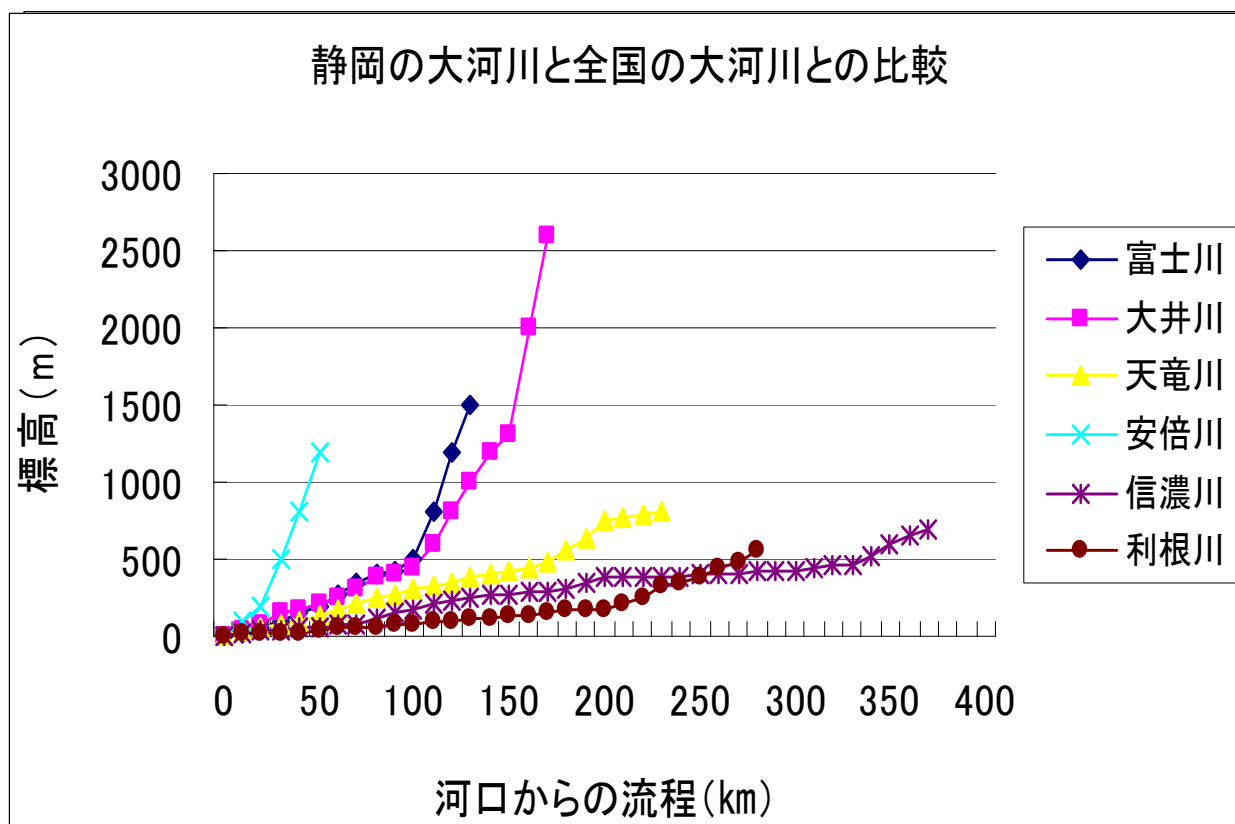


Fig.3 静岡の大河川と全国の大川との比較

Table.1 富士川で確認された魚種一覧

坂井（1982）日本の重要な淡水魚（1982）環境庁（河口域、上流域を生息の場とする魚種は省く）

目	科	種	確認 できた 種	存在が確認 されている種	絶滅した、もしくは 絶滅した可能性のある種	移植魚
ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ		●		
ウナギ	ウナギ	ウナギ	●			
ウナギ	ウナギ	オオウナギ		●		
サケ	サケ	ニジマス		●		●
サケ	サケ	アマゴ		●		
サケ	アユ	アユ	●			
コイ	コイ	ウグイ	●			
コイ	コイ	アブラハヤ	●			
コイ	コイ	カワムツ	●			
コイ	コイ	オイカワ	●			
コイ	コイ	カマツカ	●			
コイ	コイ	モツゴ	●			
コイ	コイ	ニゴイ	●			●
コイ	コイ	コイ	●			
コイ	コイ	キンブナ		●		
コイ	コイ	ギンブナ	●			
コイ	コイ	タイリクバラタナゴ				●
コイ	ドジョウ	ドジョウ		●		
コイ	ドジョウ	シマドジョウ		●		
コイ	ドジョウ	ホトケドジョウ		●		
コイ	ドジョウ	ハゲギギ			●	●
ナマズ	ナマズ	ナマズ	●			
カサゴ	カジカ	カジカ(大卵型)			●	
カサゴ	カジカ	カジカ(小卵型)		●		
カサゴ	カジカ	アユカケ			●	
スズキ	バス	オオクチバス		●		●
スズキ	バス	ブルーギル		●		●
スズキ	ハゼ	チチブ	●			
スズキ	ハゼ	ヌマチチブ	●			
スズキ	ハゼ	シマヨシノボリ	●			
スズキ	ハゼ	トウヨシノボリ	●			
スズキ	ハゼ	ルリヨシノボリ		●		
スズキ	ハゼ	クロヨシノボリ		●		
スズキ	ハゼ	オオヨシノボリ		●		
スズキ	ハゼ	カワヨシノボリ	●			
スズキ	ハゼ	ウキゴリ		●		
スズキ	ハゼ	ボウズハゼ	●			

Table.2 調査結果と先行研究の比較

* 絶滅したとされる魚種（ハゲギギ・カジカ・アユカケ）、特定外来種である魚種（オオクチバス・ブルーギル）を含む

本調査結果	先行研究
5目5科18種	7目10科37種 *

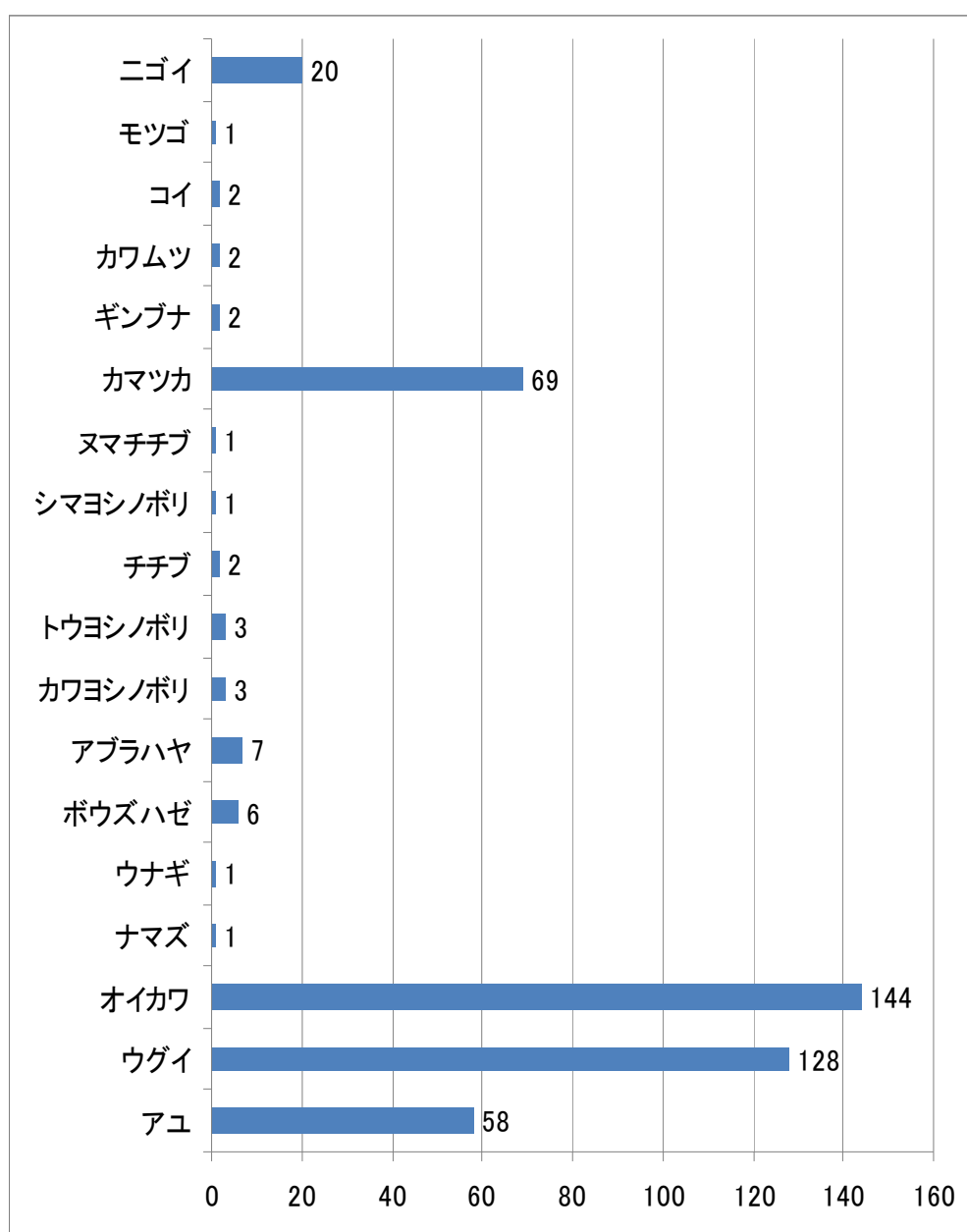


Fig.4 調査結果魚種別個体数

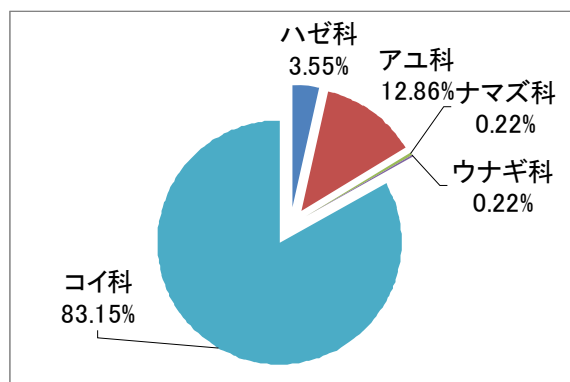


Fig.5 科別出現率

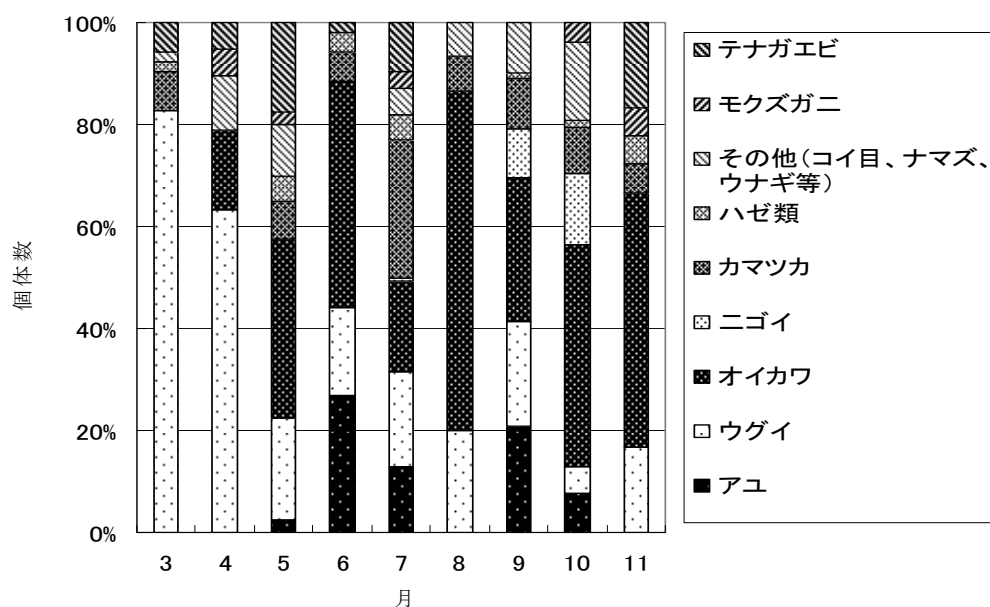


Fig.6 月別魚種出現率

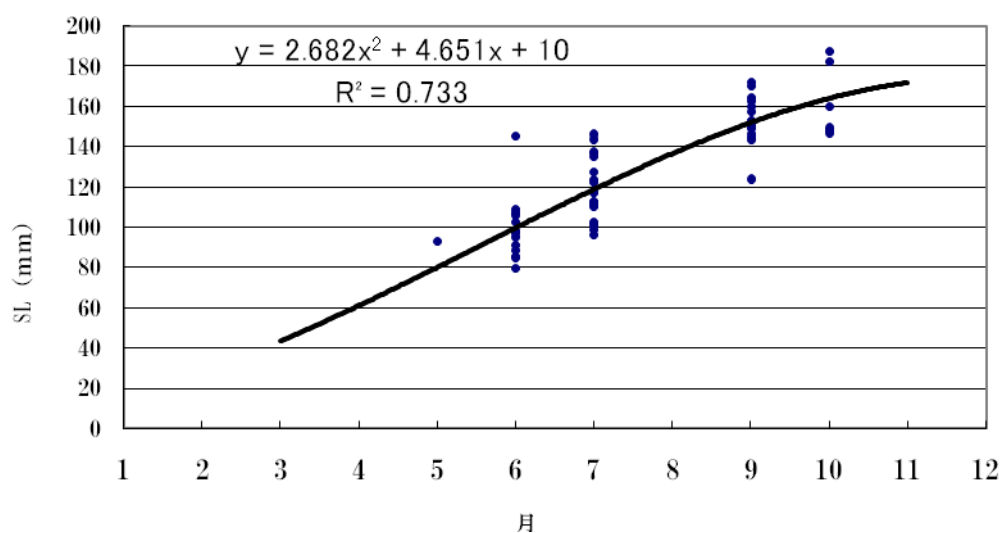
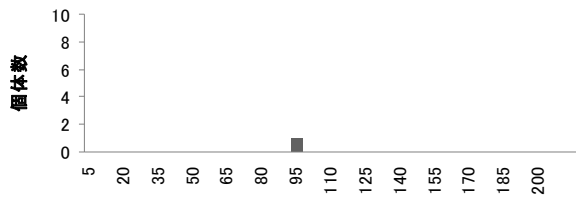
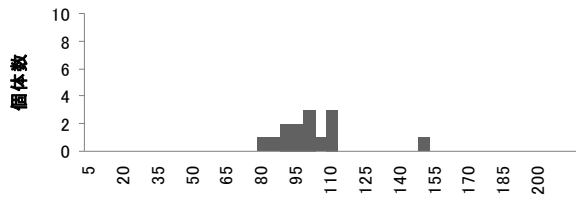


Fig.7 月別体長変化(アユ)

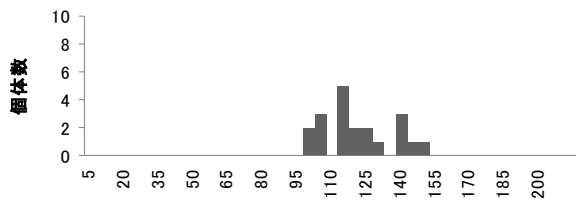
5月 アユ



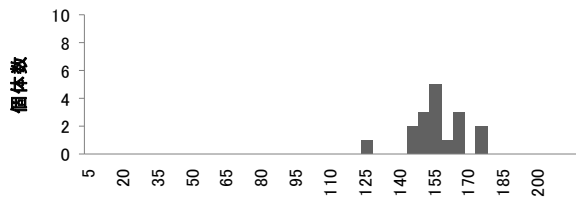
6月 アユ



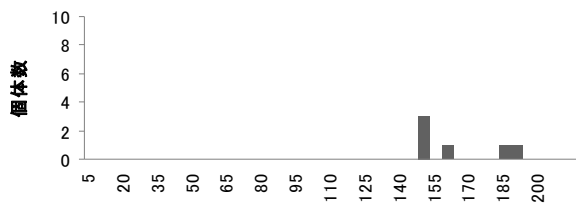
7月 アユ



9月 アユ



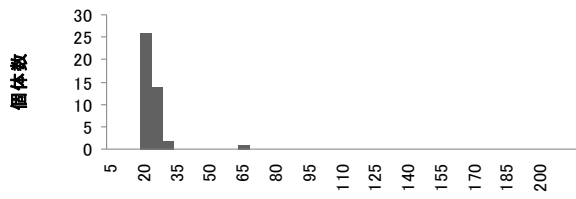
10月 アユ



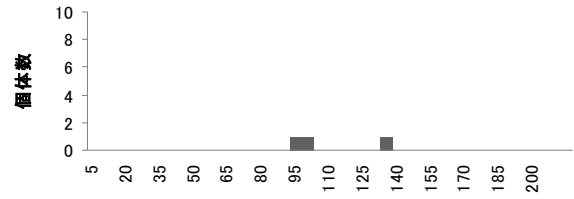
SL(mm)

Fig.8 標準体長ヒストグラム(アユ)

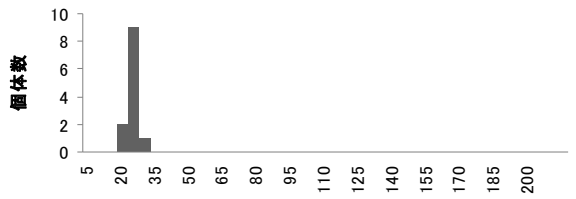
3月 ウグイ



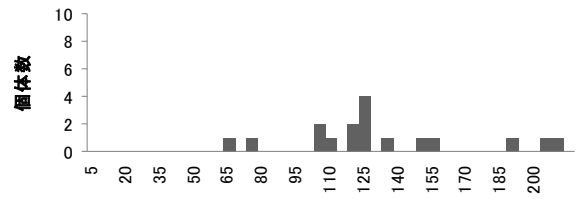
8月 ウグイ



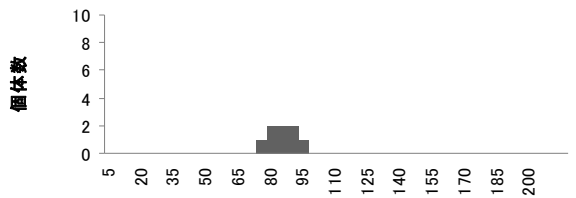
4月 ウグイ



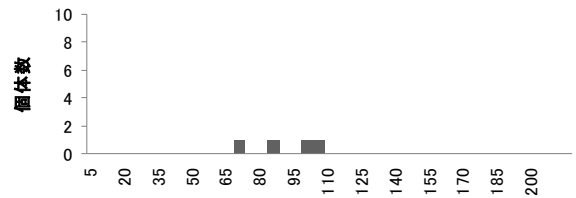
9月 ウグイ



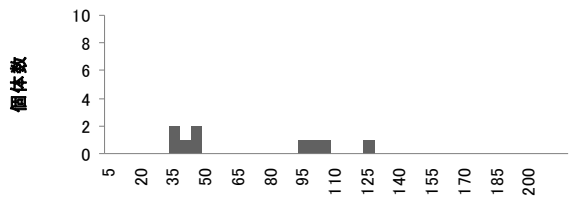
5月 ウグイ



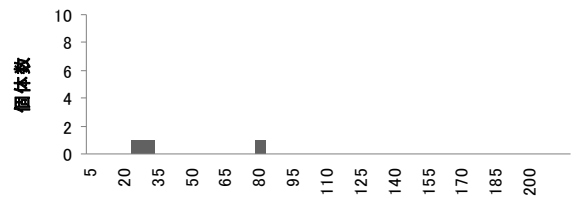
10月 ウグイ



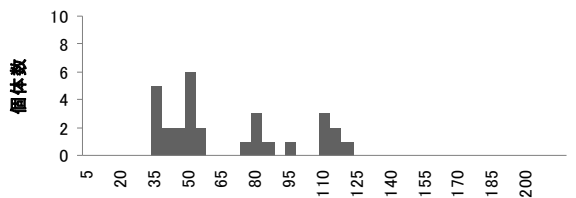
6月 ウグイ



11月 ウグイ



7月 ウグイ

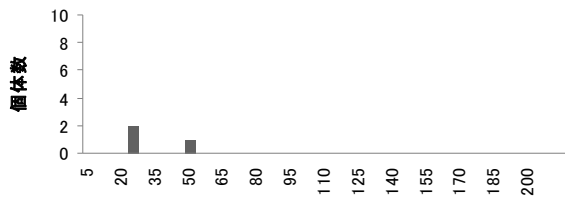


SL(mm)

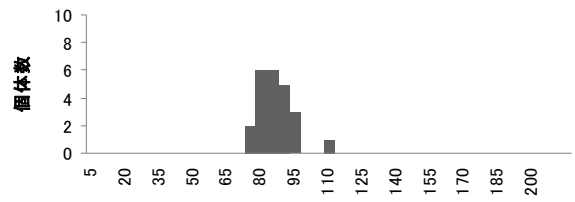
SL(mm)

Fig.9 標準体長ヒストグラム(ウグイ)

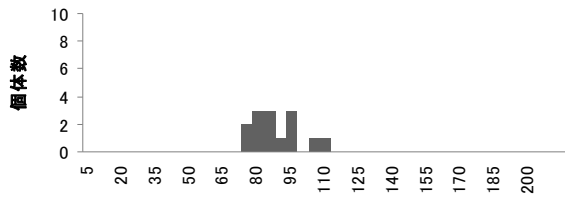
4月 オイカワ



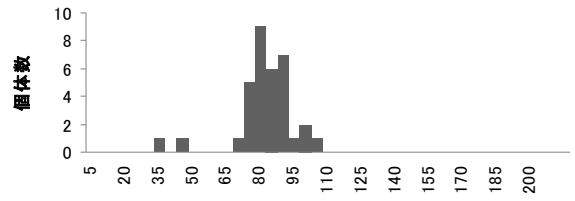
9月 オイカワ



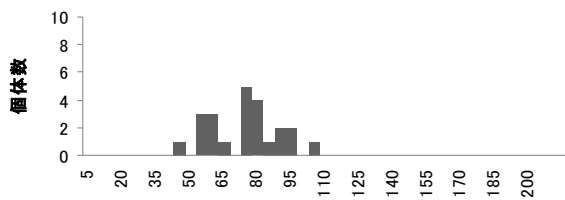
5月 オイカワ



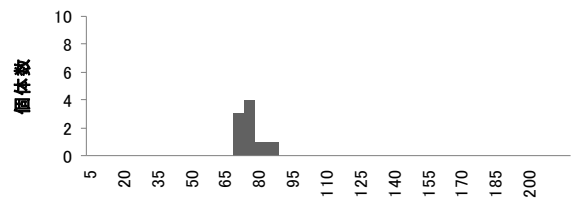
10月 オイカワ



6月 オイカワ

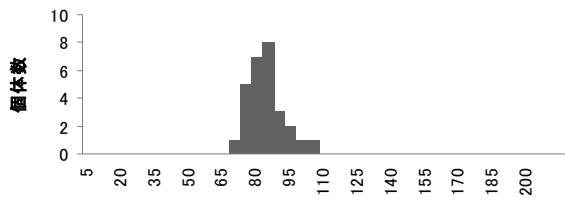


11月 オイカワ

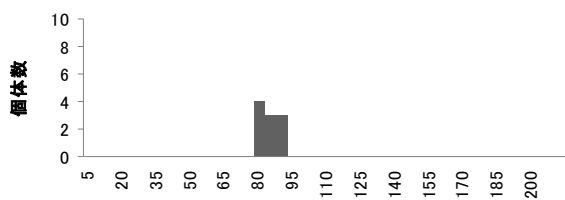


SL(mm)

7月 オイカワ



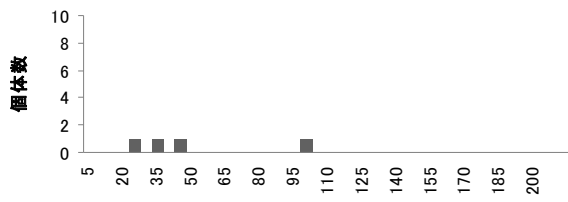
8月 オイカワ



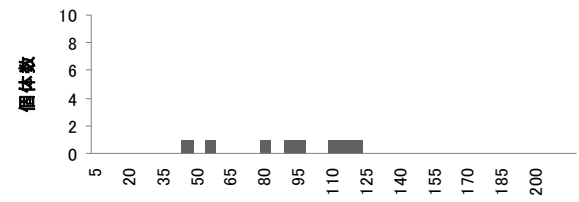
SL(mm)

Fig.10 標準体長ヒストグラム(オイカワ)

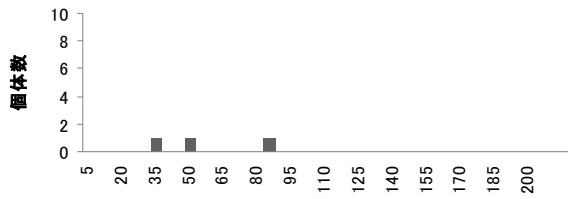
3月 カマツカ



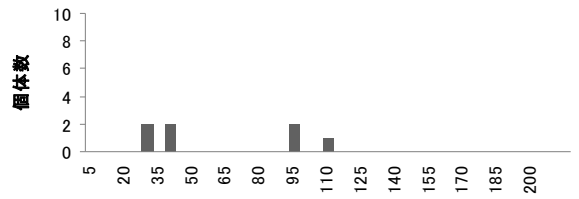
9月 カマツカ



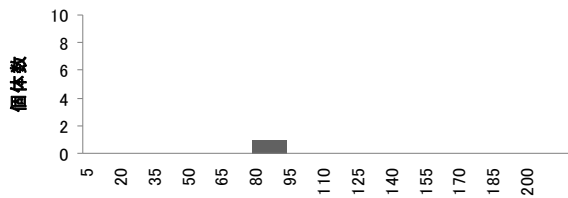
5月 カマツカ



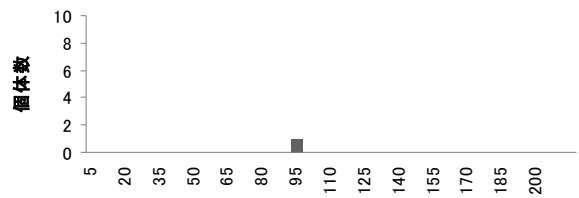
10月 カマツカ



6月 カマツカ

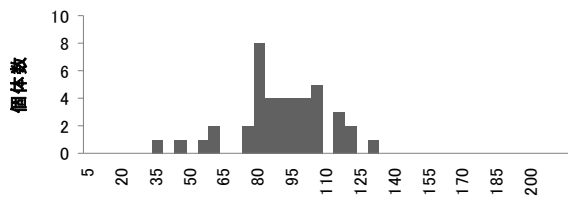


11月 カマツカ

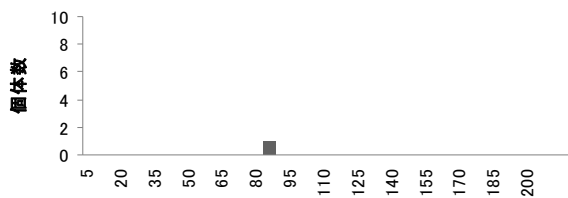


SL(mm)

7月 カマツカ



8月 カマツカ



SL(mm)

Fig.11 標準体長ヒストグラム(カマツカ)

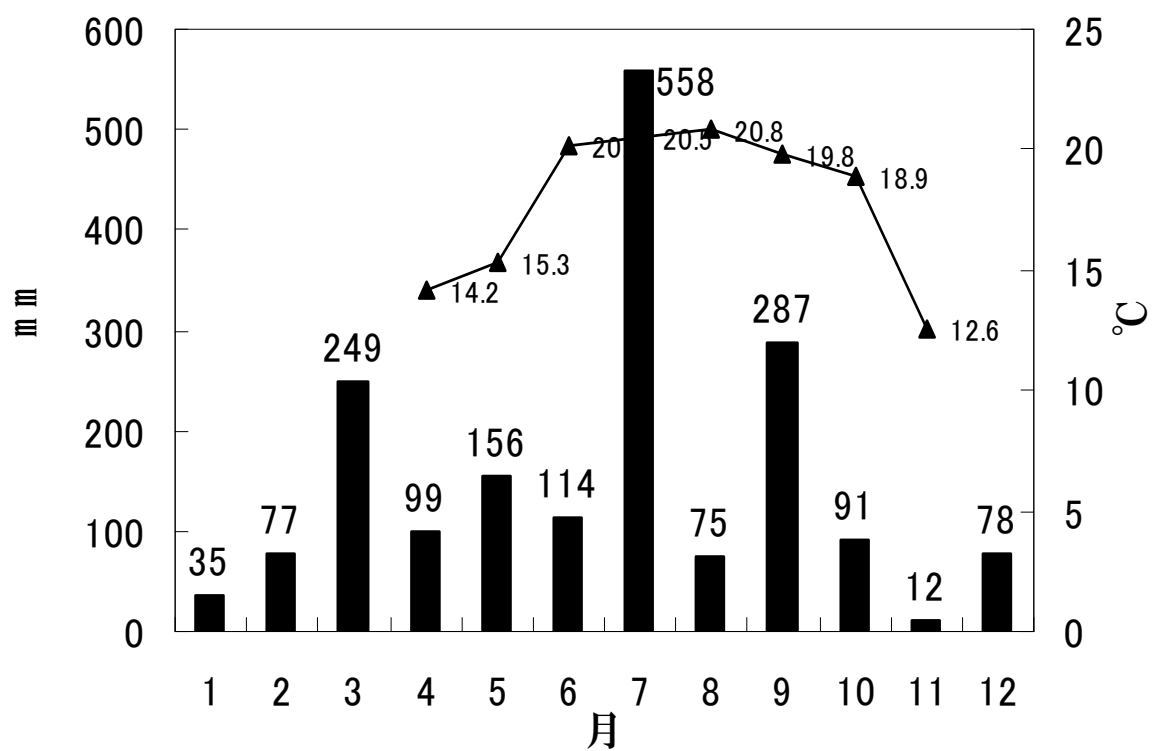


Fig.12 2007 年における富士川の年間降水量と表面水温変化